

**УДК 62-503.57: 62-229.32**

**Валерій Кирилович, д.т.н., проф., Антон Кравчук**  
Державний університет "Житомирська політехніка", Україна

## **АВТОМАТИЗОВАНА АТЕСТАЦІЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РОБОЧИХ ЗОН ПРОМИСЛОВИХ РОБОТІВ: НЕОБХІДНІСТЬ ТА СУТНІСТЬ**

Показана доцільність, практичне значення та розкрито сутність атестації геометричних характеристик робочих зон промислових роботів (ПР), зміст якої базується на багаторазовому розв'язуванні прямої задачі кінематики. Процедура є інваріантною щодо метрики ПР та конструктивних параметрів затискних пристроїв ПР.

Ключові слова: атестація, робоча зона, кінематика, робот.

### **Valerii Kyrylovych, Anton Kravchuk** **THE AUTOMATED CERTIFICATION OF WORKING AREAS OF INDUSTRIAL ROBOTS' GEOMETRICAL CHARACTERISTICS: NECESSITY AND ESSENCE**

This thesis shows expediency practical value and essence of certification of geometrical characteristics of working areas of industrial robots (IR). Its content is based on repeated solving of the direct kinematics task. The procedure is invariant with respect to the IR's metric and structural parameters of IR's end effectors.

Keywords: certification, work area, kinematic, robot.

Практика проектування та експлуатації гнучких виробничих комірок (ГВК) та інших структур гнучких виробничих систем машино- та приладобудування, а також синтезу роботизованих механоскладальних технологій (РМСТ) в них вимагає наявності інформації, що апіорі полегшує розв'язувати певні задачі технологічної підготовки (ТПг) роботизованих механоскладальних виробництв (РМСВ).

Вказане відноситься, наприклад, до необхідності мати інформацію щодо певної орієнтації затискних пристроїв (ЗП) промислових роботів (ПР) незалежно від їх конструктивного виконання. Це відноситься насамперед до визначення геометричних характеристик робочих зон ПР, в яких ЗП зберігає свою певну орієнтацію, наприклад, вертикальну (певний конструктивний елемент ЗП орієнтований вниз / вверх щодо основи ПР), горизонтальну (ЗП орієнтований від / до основи робота) та інших проміжних орієнтацій ЗП ПР.

З однієї сторони підприємства-виробники ПР такої інформації не надають, а з іншої ні один існуючий нормативний документ ні в Україні, ні в інших країнах не передбачає її обов'язкової наявності, що значно ускладнює розв'язування таких практичних задач ТПг РМСВ як розміщення та планування технологічного обладнання в робочих зонах ПР, визначення координат опорних точок траєкторій, планування самих траєкторій тощо.

Вказане вище визначає мету даної роботи: розкриття сутності та висвітлення деяких досліджень щодо змісту вперше запропонованої процедури проведення атестації геометричних характеристик робочих зон ПР як такої, що є складовою ТПг РМСВ.

Загалом поняття атестації в даному контексті передбачає визначення, а відтак і закріплення певних якісних та кількісних залежностей та закономірностей показників досліджуваних характеристик робочих зон ПР, що обумовлені конструктивно-кінематичними характеристиками ланок маніпуляційної системи (МС) (тобто

розмірами ланок, їх формою, видом та величинами їх взаємних переміщень, що іноді називається метрикою МС ПР) досліджуваного ПР та прийнятим специфічним конструктивним параметром його (ПР) затискного пристрою з врахуванням габаритних розмірів об'єкта маніпулювання.

Наявні об'єктно-орієнтовані програмні продукти безпосередньо не розв'язують подібних задач в даній постановці. В той же час, як свідчить детальний аналіз таких програмних продуктів, останні можуть бути використані як інструментарій для подібних досліджень. Наприклад, програмний продукт RoboDK як один з найбільш універсальних симуляторів для ПР та їх (ПР) *off-line*-програмування дозволяє інтегрувати 3D-модель реального робота, наприклад, моделі Врассіо, та моделювати в 3D-просторі процеси переміщення ланок аналізованого ПР.

На кафедрі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій ім. проф. Б.Б. Самотокіна Державного університету "Житомирська політехніка" започатковано проведення таких досліджень для ПР на прикладі робота моделі TinkerKitBraccio.

Їх зміст зводиться до наступного. В програмному середовищі SolidWorks створюється 3D-модель робота Tinker Kit Braccio. Після цього аналізована модель робота декомпонується на окремі компоненти (ланки), які зберігаються в спеціальному форматі *stl*. Після вибору системи координат робота та кількості ступенів рухомості (формат *dof*) в програмному середовищі RoboDK виконується по чергове внесення (завантаження) 3D-компонентів робота (ланок тощо) з наступним їх (компонентів) спряженням та фіксацією для забезпечення якісних та кількісних параметрів відносно рухомості ланок МС та убезпечення різного роду колізій.

Після виявлення закономірностей та характеристик досліджуваних параметрів від метрики ПР виконується візуалізація отриманих результатів із вказанням їх характеристик, параметрів та розробленням рекомендацій щодо їх практичного використання.

Стислим змістом запропонованого підходу щодо проведення програмної (автоматизованої) атестації геометричних параметрів робочих зон ПР із збереженням певної орієнтації ЗП полягає у багаторазовому розв'язанні прямої задачі кінематики із врахуванням геометричних параметрів 3D-моделі компонентів метрики ПР, яка попередньо інтегрується в об'єктно-орієнтований програмний продукт RoboDK (або вже знаходиться в його базі даних).

Очевидними перевагами описаного підходу є зменшення фінансових та часових ресурсів при первинному налагодженні та / або переналагодженні ПР при їх функціонуванні у складі ГВК. Вказаний підхід не вимагає наявності реальних ПР для атестації метрики МС із збереженням певної орієнтації ЗП у робочій зоні ПР та дає змогу виконати атестацію кожного аналізованого ПР із внесеною 3D-моделлю конкретного ЗП або іншого спеціального інструмента (англ. *end effector*).

Результати атестації геометричних характеристик робочих зон ПР дають змогу розв'язувати певні технологічні задачі промислової робототехніки як при аналізі можливості використання існуючих ГВК для виготовлення тих чи інших виробів (результати процедури атестації в цьому випадку можна трактувати як один із показників гнучкості аналізованої ГВК), так і апіорі є основою для розв'язування задач планування, розміщення технологічного обладнання в робочих зонах ПР та інших задач ТПг РМСВ при проектуванні нових ГВК машино- та приладобудування.